

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-297228

(43)Date of publication of application : 18.11.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 08-110950

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 01.05.1996

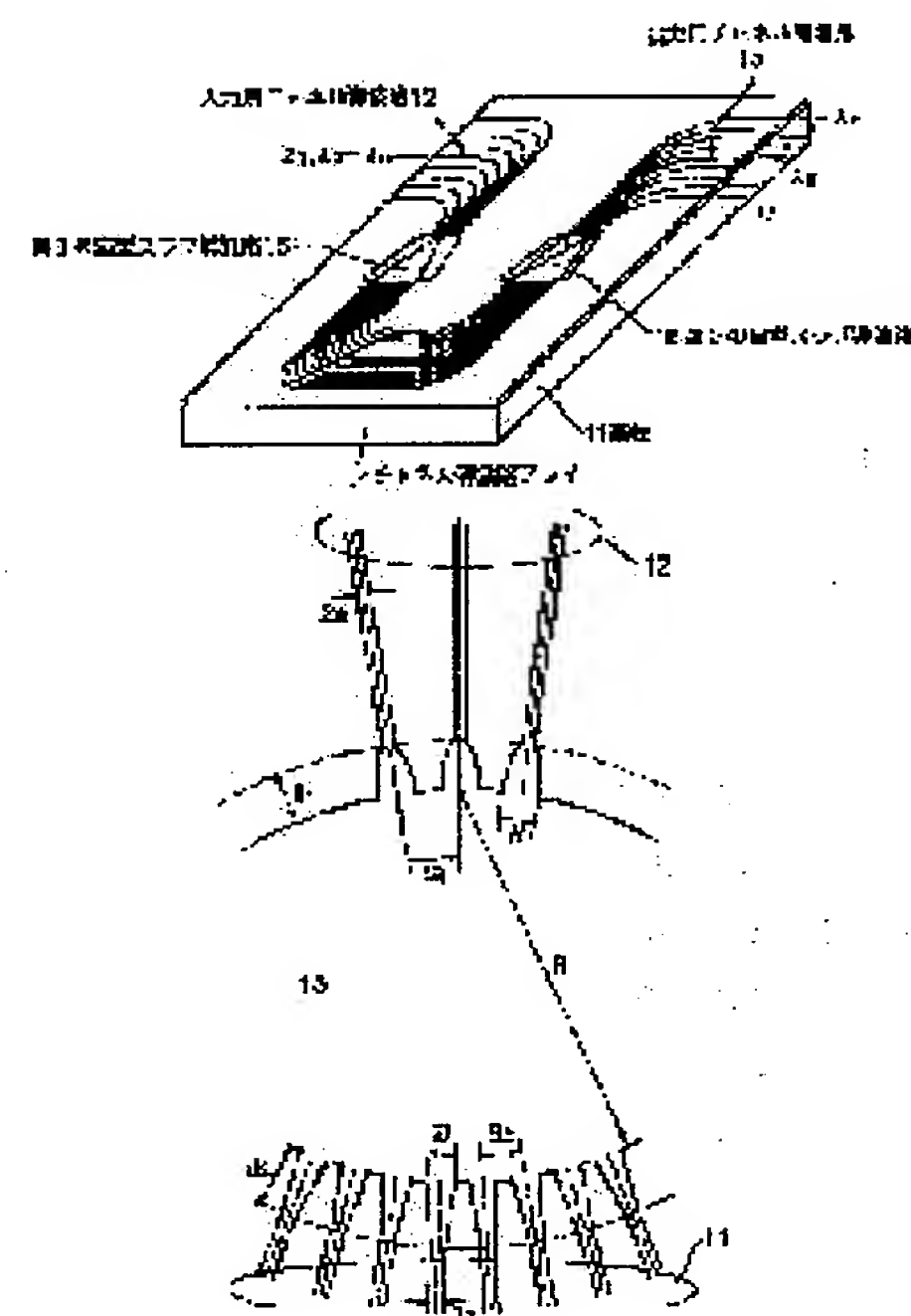
(72)Inventor : OKAMOTO KATSUNARI
OMORI YASUJI

(54) ARRAY WAVEGUIDE GRATING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an array waveguide grating having a flat light frequency characteristic.

SOLUTION: In the array waveguide grating provided with a channel waveguide 12 for an input arranged on a substrate 11, the channel waveguide 13 for an output, a channel waveguide array 14, a first sector slab waveguide 15 and a second sector slab waveguide 16, cores of respective waveguides of the channel waveguide 12 for the input in the vicinity of the boundary with the first sector slab waveguide 15 are made a parabolic shape. Thus, a light distribution having a flat electric field distribution in the boundary between the second sector slab waveguide 16 and the channel waveguide 13 for the output is formed, and the flat light frequency characteristic nearly fixing a dividing output characteristic even when a wavelength (light frequency) of a light source is changed is realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 25.09.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3112246

[Date of registration] 22.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 2 9 7 2 2 8

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int. Cl. 6

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 2 B 6/12

G 0 2 B 6/12

F

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-110950

(22) 出願日 平成8年(1996)5月1日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 岡本 勝就

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本電

信電話株式会社内

(72) 発明者 大森 保治

東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本電

信電話株式会社内

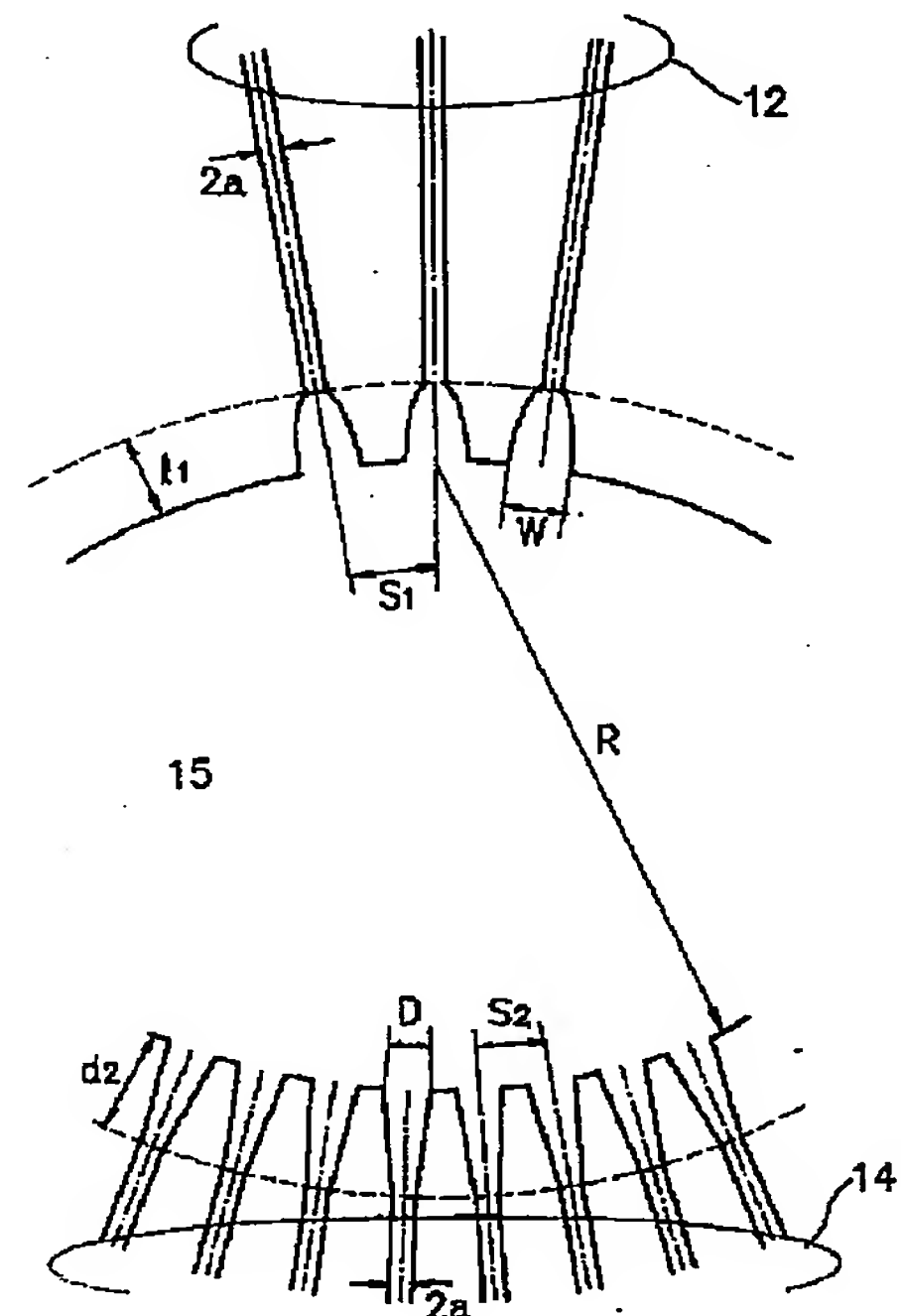
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 アレイ導波路格子

(57) 【要約】

【課題】 フラットな光周波数特性を有するアレイ導波路格子を提供すること。

【解決手段】 基板上に配置された入力用チャネル導波路と、出力用チャネル導波路と、チャネル導波路アレイと、第1の扇型スラブ導波路と、第2の扇型スラブ導波路とを備えたアレイ導波路格子において、第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍における入力用チャネル導波路12の各導波路のコアをパラボラ形状となしたことにより、第2の扇型スラブ導波路と出力用チャネル導波路との境界においてフラットな電界分布をもつ光分布を形成し、これによって光源の波長(光周波数)が変化しても分波出力特性はほぼ一定となるフラットな光周波数特性を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に配置された入力用チャネル導波路と、出力用チャネル導波路と、チャネル導波路アレイと、前記入力用チャネル導波路及びチャネル導波路アレイを接続する第 1 の扇型スラブ導波路と、前記チャネル導波路アレイ及び出力用チャネル導波路を接続する第 2 の扇型スラブ導波路とを備え、前記チャネル導波路アレイの長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたアレイ導波路格子において、第 1 の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアがパラボラ形状をなしていることを特徴とするアレイ導波路格子。

【請求項 2】 パラボラ形状が、

$$y = (1/A) (a^2 - x^2)$$

(但し、A はパラボラ形状を指定するパラメータ、a はコア幅の 1/2)

なる式で決められることを特徴とする請求項 1 記載のアレイ導波路格子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、フラットな光周波数特性を有する光合分波器を実現し得るアレイ導波路格子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図 1 は従来のアレイ導波路格子の一例、ここではアレイ導波路型光合分波器を示すもので、基板 1 上に、入力用チャネル導波路 2、出力用チャネル導波路 3、チャネル導波路アレイ 4、前記入力用チャネル導波路 2 とチャネル導波路アレイ 4 とを接続する第 1 の扇型スラブ導波路 5、並びに前記チャネル導波路アレイ 4 と出力用チャネル導波路 3 とを接続する第 2 の扇型スラブ導波路 6 が形成されてなっている。

【0003】 この種のアレイ導波路型光合分波器において、前記チャネル導波路アレイ 4 はその長さが所定の導波路長差 ΔL で順次長くなるように構成されている。また、第 1 の扇型スラブ導波路 5 との境界近傍における入力用チャネル導波路 2 及びチャネル導波路アレイ 4 の各導波路のコアは、図 2 に示すように直線状に広がるテーパ形状をなしており、また、第 2 の扇型スラブ導波路 6 との境界近傍における出力用チャネル導波路 3 及びチャネル導波路アレイ 4 の各導波路のコアは、図 3 に示すように直線状に広がるテーパ形状をなしていた。

【0004】 なお、図 2 及び図 3 において、R は第 1、第 2 の扇型スラブ導波路 5、6 の曲率半径、U は入力用、出力用チャネル導波路 2、3 のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 S_1 は入力用、出力用チャネル導波路 2、3 の間隔、 d_1 は入力用、出力用チャネル導波路 2、3 のテーパ形状の導波路の長さ、D はチャネル導波路アレイ 4 のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $2a$ はチャネル導波路部分のコア幅、 S_2 はチャネル導波路ア

レイ 4 の間隔、 d_2 はチャネル導波路アレイ 4 のテーパ形状の導波路の長さである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 図 4 は前述した従来のアレイ導波路格子の光周波数特性を示すもので、各導波路の中心光周波数（ここでは 200 GHz 間隔）の近傍で放物線状の損失特性をなしている。このため、レーザ光源の波長（光周波数）が温度変化等により各信号チャネル（導波路）の中心光周波数から変動すると、損失が大幅に増加してしまうという問題があった。

【0006】 本発明の目的は、フラットな光周波数特性を有するアレイ導波路格子を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明では、前記課題を解決するため、基板上に配置された入力用チャネル導波路と、出力用チャネル導波路と、チャネル導波路アレイと、前記入力用チャネル導波路及びチャネル導波路アレイを接続する第 1 の扇型スラブ導波路と、前記チャネル導波路アレイ及び出力用チャネル導波路を接続する第 2 の扇型スラブ導波路とを備え、前記チャネル導波路アレイの長さが所定の導波路長差で順次長くなるように構成されたアレイ導波路格子において、第 1 の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアがパラボラ形状をなしているアレイ導波路格子を提案する。

【0008】 本発明によれば、第 1 の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアをパラボラ形状となしたことにより、第 2 の扇型スラブ導波路と出力用チャネル導波路との境界においてフラットな電界分布をもつ光分布を形成することができ、これによって光源の波長（光周波数）が変化しても分波出力特性はほぼ一定となるフラットな光周波数特性を備えたアレイ導波路格子を提供でき、大容量・長距離光通信及び波長分割ルーティング等に適した光合分波器を実現することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0010】 図 5 は本発明のアレイ導波路格子の実施の形態の一例、ここではアレイ導波路型光合分波器を示すもので、基板 11 上に、入力用チャネル導波路 12、出力用チャネル導波路 13、チャネル導波路アレイ 14、前記入力用チャネル導波路 12 とチャネル導波路アレイ 14 とを接続する第 1 の扇型スラブ導波路 15、並びに前記チャネル導波路アレイ 14 と出力用チャネル導波路 13 とを接続する第 2 の扇型スラブ導波路 16 が形成されてなっている。

【0011】 チャネル導波路アレイ 14 はその長さが所定の導波路長差 ΔL で順次長くなるように構成されている。また、第 1 の扇型スラブ導波路 15 との境界近傍に

おける入力用チャネル導波路12の各導波路のコアは、図6に示すようにパラボラ形状をなしている。また、第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍におけるチャネル導波路アレイ14の各導波路のコアは、直線状に広がるテーパ形状をなしている。

【0012】なお、図6において、Rは第1の扇型スラブ導波路15の曲率半径、Wは入力用チャネル導波路12のパラボラ形状の導波路のコア開口幅、 S_1 は入力用チャネル導波路12の間隔、 l_1 は入力用チャネル導波路12のパラボラ形状の導波路の長さ、Dはチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $2a$ はチャネル導波路部分のコア幅、 S_2 はチャネル導波路アレイ14の間隔、 d_2 はチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路の長さである。

【0013】前記第1の扇型スラブ導波路15との境界近傍における入力用チャネル導波路12の各導波路のコアのパラボラ形状は、図7に示すように

$$y = (1/A)(a^2 - x^2)$$

なる式で決められる（但し、Aはパラボラ形状を指定するパラメータ、 a はコア幅の $1/2$ である。）。

【0014】ここで、図5において、入力用チャネル導波路12の一つのポートに光周波数 f （波長 $\lambda = c/f$ ：但し、 c は光速）の信号光が入射した場合を考える。

【0015】入射された光は、図6に示すパラボラ形状の領域を通過する際に平行ビーム状の光分布をなし、第1の扇型スラブ導波路15との境界において図8に示すような空間的にフラットな電界分布を生じる。コア幅 $2a = 7\mu\text{m}$ 、コア厚 $2t = 7\mu\text{m}$ 、屈折率差 $\Delta = 0.75\%$ の光導波路の場合、図8に示すようなフラット光分布を得るための構造パラメータは、 $A = 1.0$ 、 $l_1 = 250\mu\text{m}$ である。

【0016】このようにして得られたフラットな分布をもつ光は、さらに第1の扇型スラブ導波路15において横方向に広がって進み、チャネル導波路アレイ14の各導波路を励振し、第2の扇型スラブ導波路16において光周波数 f に対応した出力用チャネル導波路13の位置に集光する。

【0017】この時、相反の定理により、第2の扇型スラブ導波路16と出力用チャネル導波路13との境界における光分布も、図9に示すような、前記同様にフラットな光分布となる。

【0018】図10は第2の扇型スラブ導波路16近傍の拡大図であり、第2の扇型スラブ導波路16との境界近傍における出力用チャネル導波路13及びチャネル導波路アレイ14の各導波路のコアは、直線状に広がるテーパ形状をなしている。

【0019】図10において、Rは第2の扇型スラブ導波路16の曲率半径、Uは出力用チャネル導波路13のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 S_1 は出力用チャネ

ル導波路13の間隔、 d_1 は出力用チャネル導波路13のテーパ形状の導波路の長さ、Dはチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路のコア開口幅、 $2a$ はチャネル導波路部分のコア幅、 S_2 はチャネル導波路アレイ14の間隔、 d_2 はチャネル導波路アレイ14のテーパ形状の導波路の長さである。

【0020】前記出力用チャネル導波路13のコア開口幅Uは、図9に示したフラットな光分布の幅に比べて数分の1になるように設計されているので、光源の光周波数 f が多少変化しても出力用チャネル導波路13へ結合する光の量はほぼ一定となる。つまり、光源の光周波数 f が多少変化しても分波出力がほぼ一定となるようなフラットな光周波数特性が実現される。

【0021】前述したアレイ導波路格子に関し、以下のようなパラメータを用いてマスクを作製した。即ち、 $R = 11.3\text{mm}$ 、 $W = 35\mu\text{m}$ 、 $S_1 = 25\mu\text{m}$ 、 $l_1 = 250\mu\text{m}$ 、 $D = 20\mu\text{m}$ 、 $2a = 7\mu\text{m}$ 、 $S_2 = 25\mu\text{m}$ 、 $d_2 = 2\text{mm}$ 、 $A = 1.0$ 、 $U = 10\mu\text{m}$ 、 $\Delta L = 63\mu\text{m}$ である。

【0022】このようにして作製したマスクにより石英系光導波路を用いて本実施の形態のアレイ導波路格子を作製した。

【0023】まず、Si基板上に火炎堆積法によって SiO_2 下部クラッド層を堆積し、次に GeO_2 をドーパントとして添加した SiO_2 ガラスのコア層を堆積した後、電気炉で透明ガラス化した。次に、前記設計に基づく図5、図6及び図10に示すようなパターンを用いてコア層をエッチングして光導波路部分を作製した。最後に、再び SiO_2 上部クラッド層を堆積した。

【0024】このようにして作製したアレイ導波路格子の光周波数特性の測定結果を図11に示す。図11より、光周波数特性がフラット化されていることが分かる。

【0025】これによって、従来のアレイ導波路格子では35GHzであった1dB帯域幅($B_{1.0\text{dB}}$)が、隣接する信号チャネルへのクロストークを劣化させることなく120GHzにまで拡大された。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャネル導波路の各導波路のコアがパラボラ形状をなしているため、隣接する信号チャネルへのクロストークを劣化させることなく、1dB帯域幅、3dB帯域幅を大幅に増大でき、フラットな光周波数特性を実現し得る。従って、光源の波長が温度変化等により各信号チャネルの中心波長から変動した場合でも通過損失が増加せず、波長分割ルーティングシステム等の設計の許容度が増すという利点を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のアレイ導波路格子の一例を示す構成図

【図2】図1における第1の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図3】図1における第2の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図4】従来のアレイ導波路格子の光周波数特性の測定結果を示す図

【図5】本発明のアレイ導波路格子の実施の形態の一例を示す構成図

【図6】図5における第1の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図7】第1の扇型スラブ導波路との境界近傍における入力用チャンネル導波路のコアの拡大図

【図8】第1の扇型スラブ導波路と入力用チャンネル導波

路との境界における電界分布を示す図

【図9】第2の扇型スラブ導波路と出力用チャンネル導波路との境界における電界分布を示す図

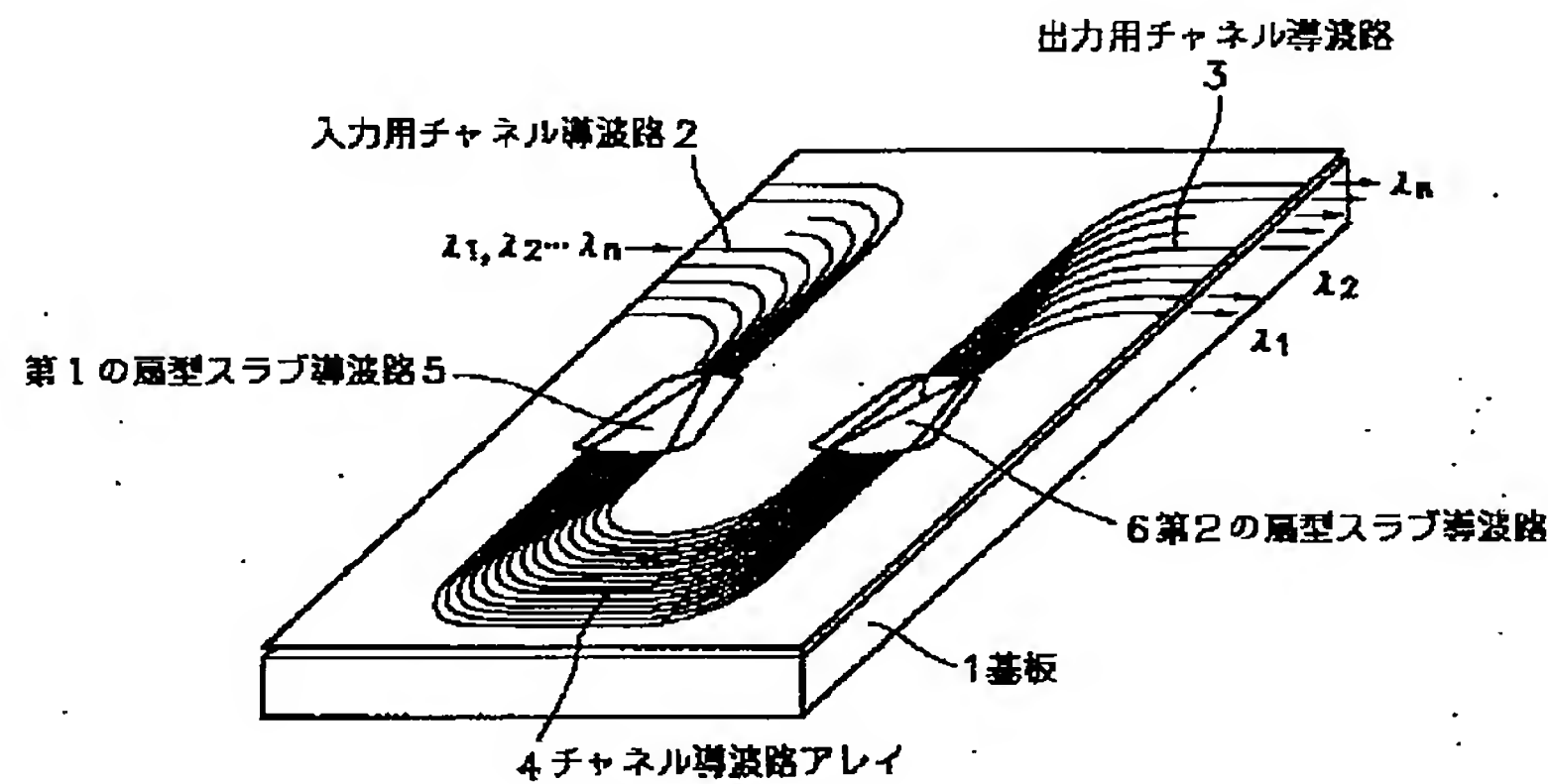
【図10】図5における第2の扇型スラブ導波路近傍の拡大図

【図11】本発明のアレイ導波路格子の光周波数特性の測定結果を示す図

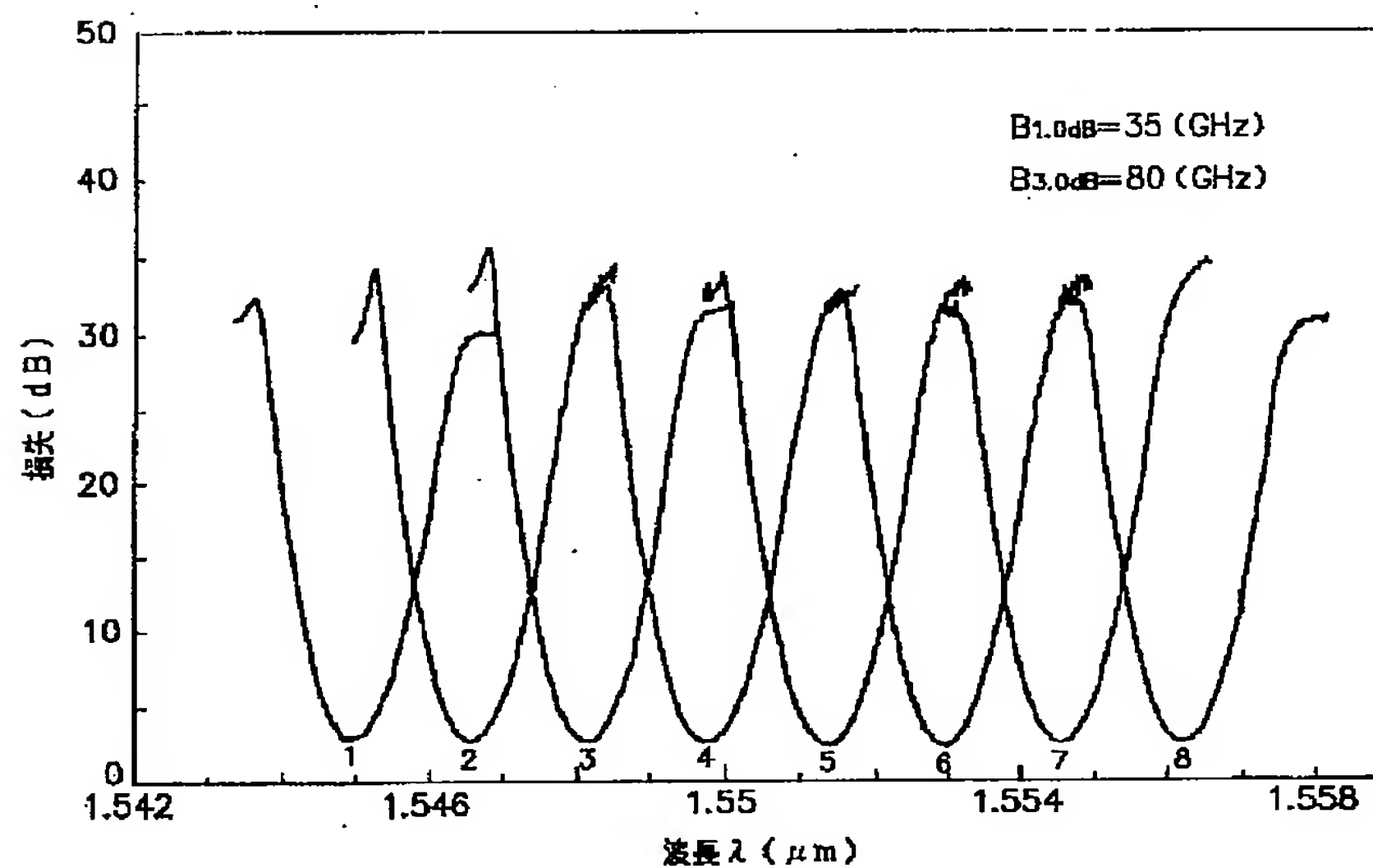
【符号の説明】

1 1…基板、1 2…入力用チャンネル導波路、1 3…出力用チャンネル導波路、1 4…チャンネル導波路アレイ、1 5…第1の扇型スラブ導波路、1 6…第2の扇型スラブ導波路。

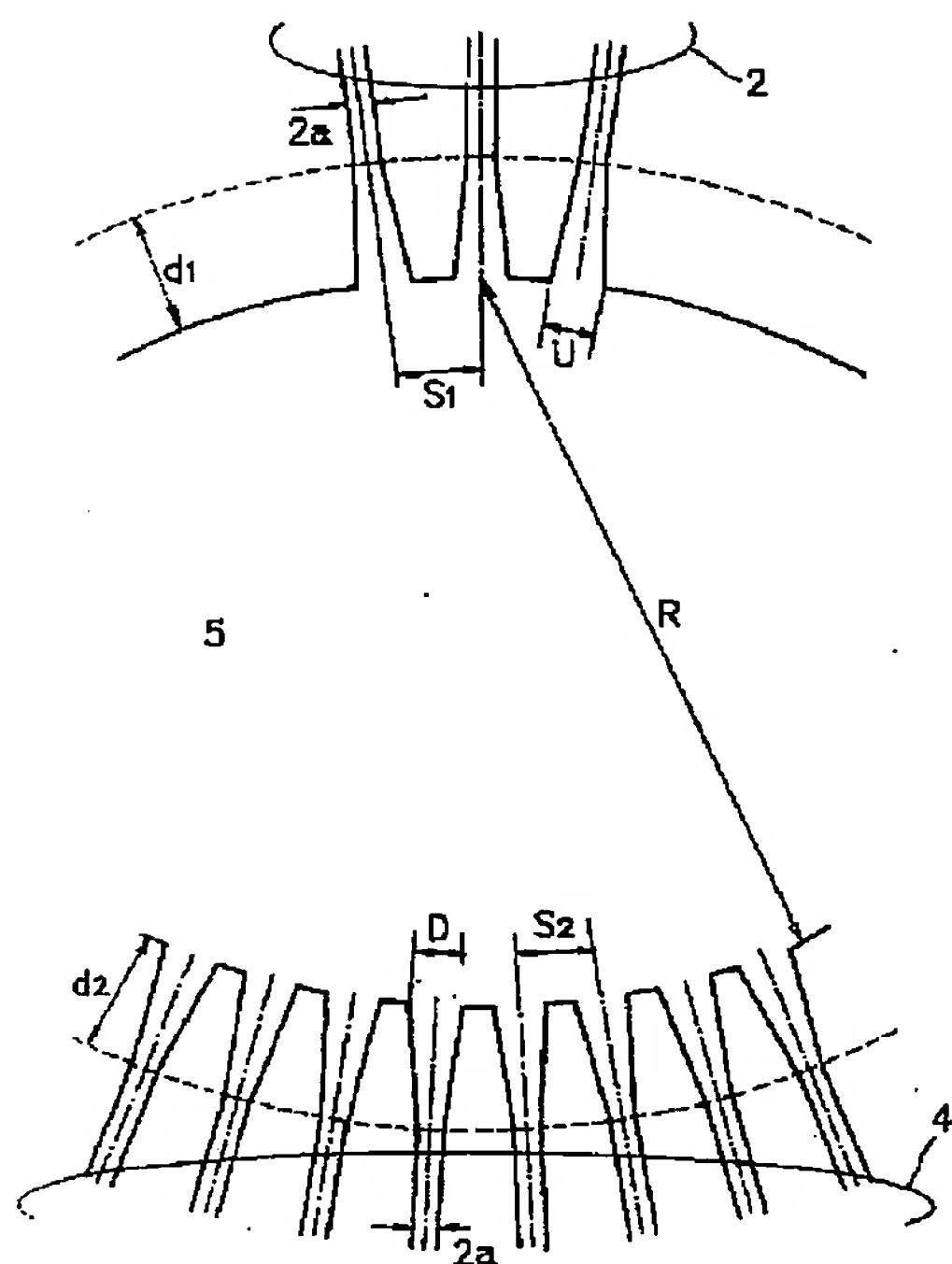
【図1】



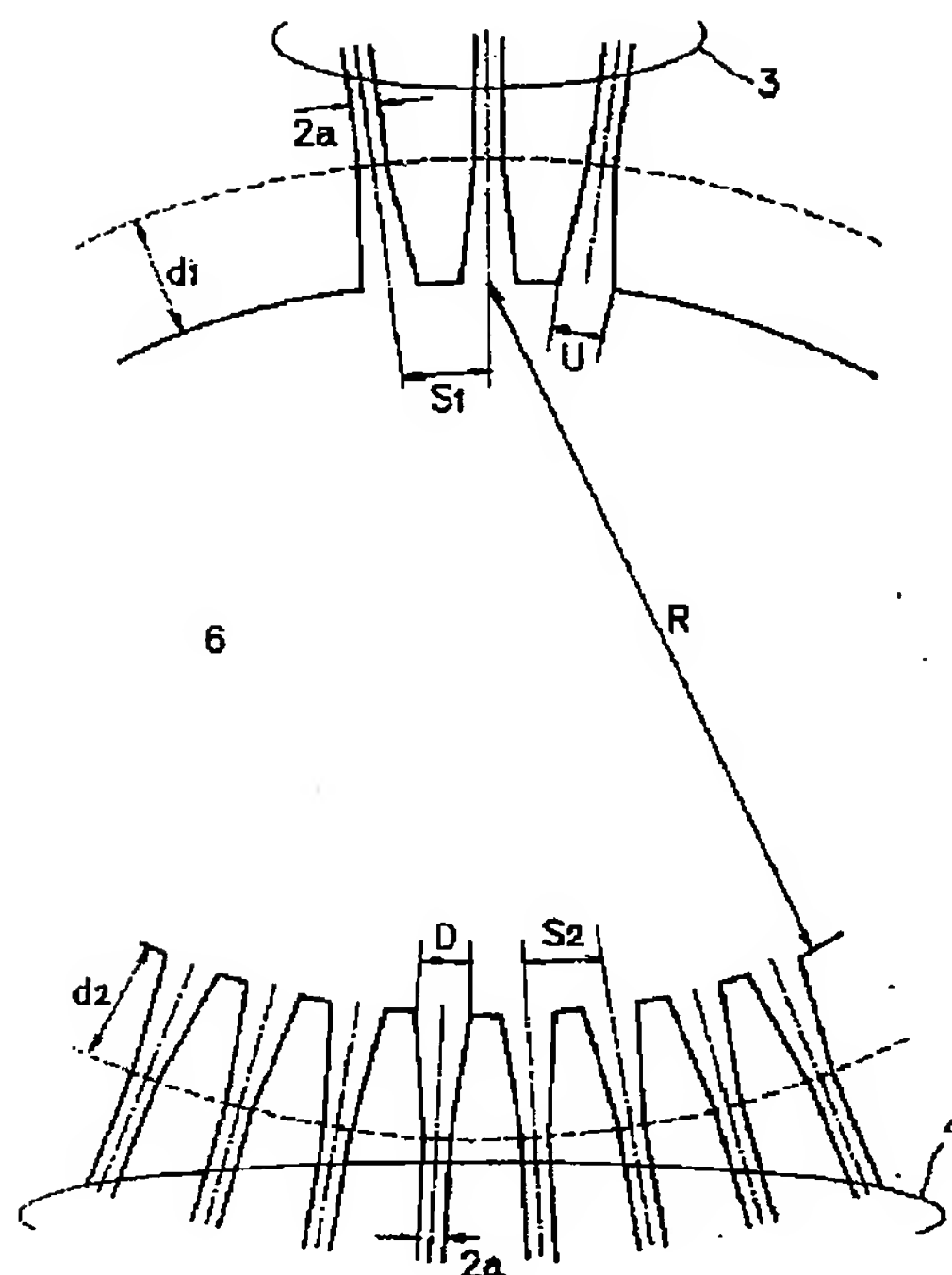
【図4】



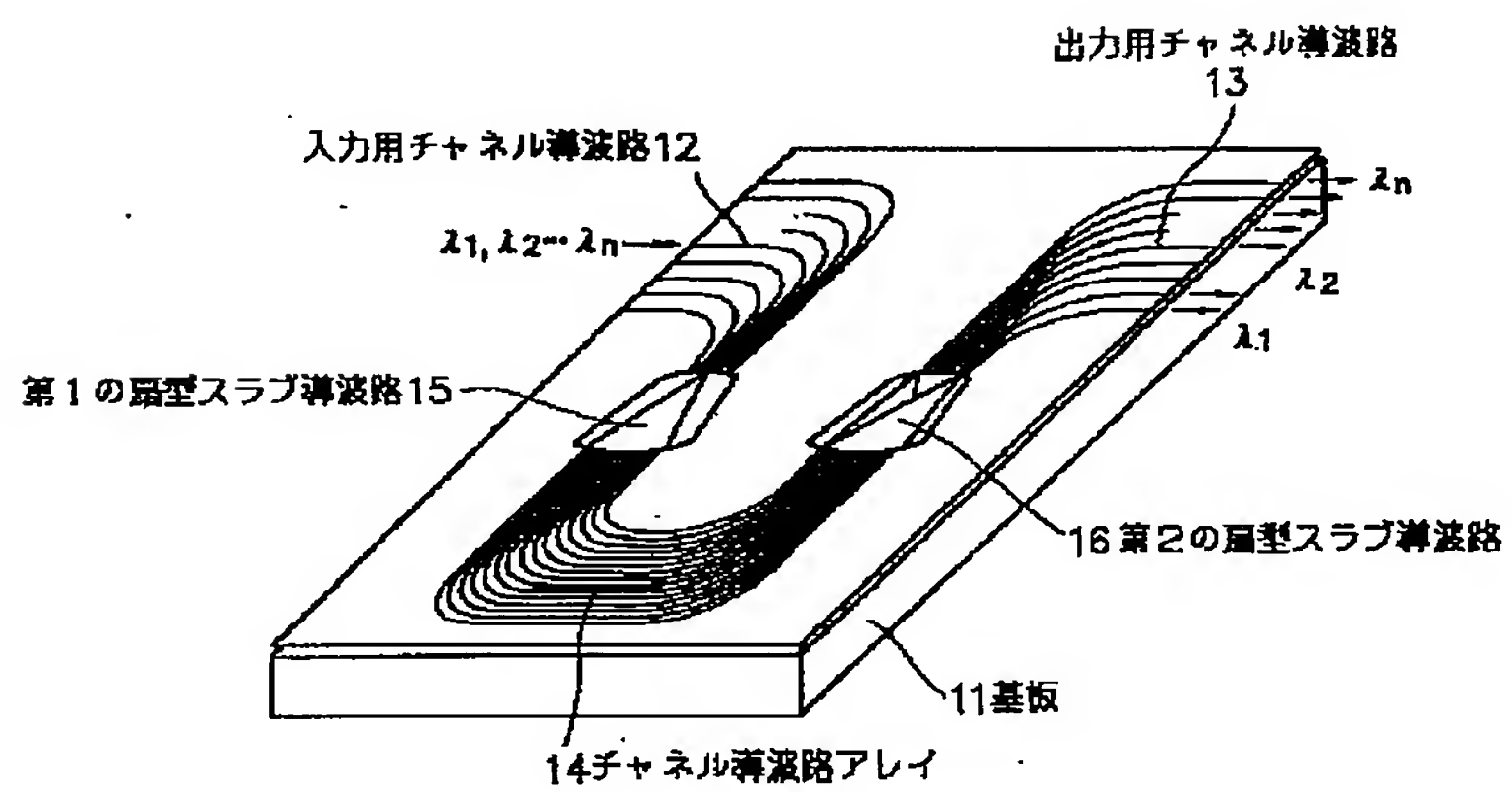
【図2】



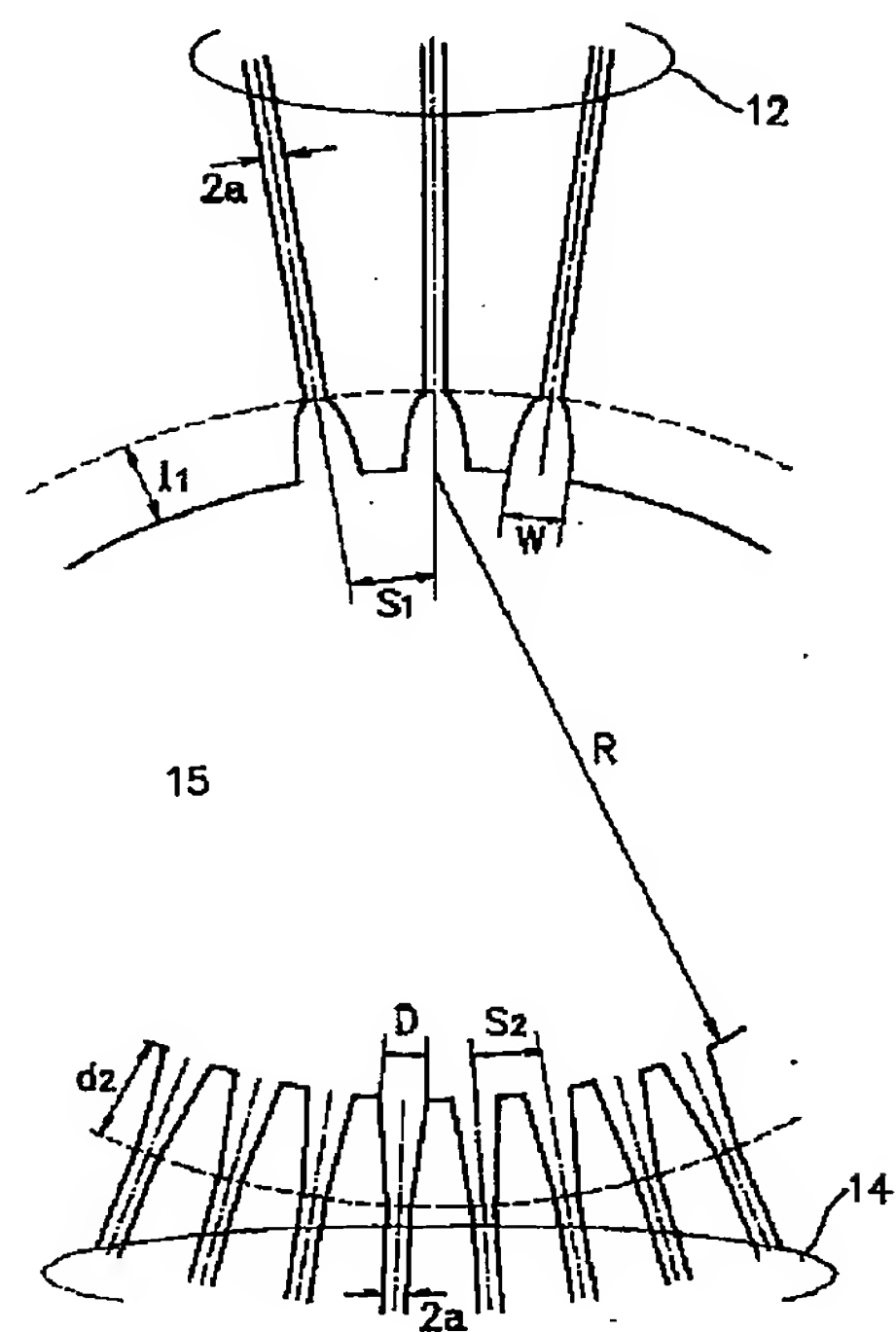
【図3】



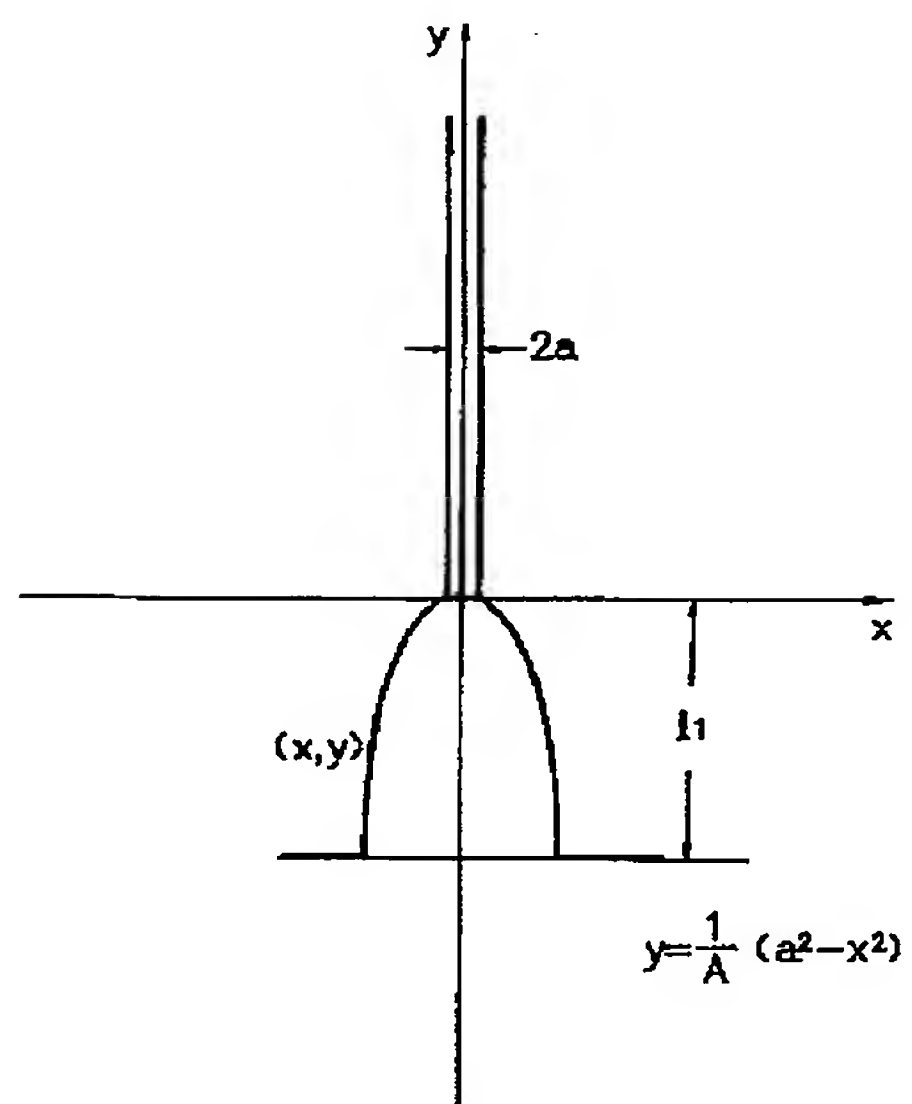
【図5】



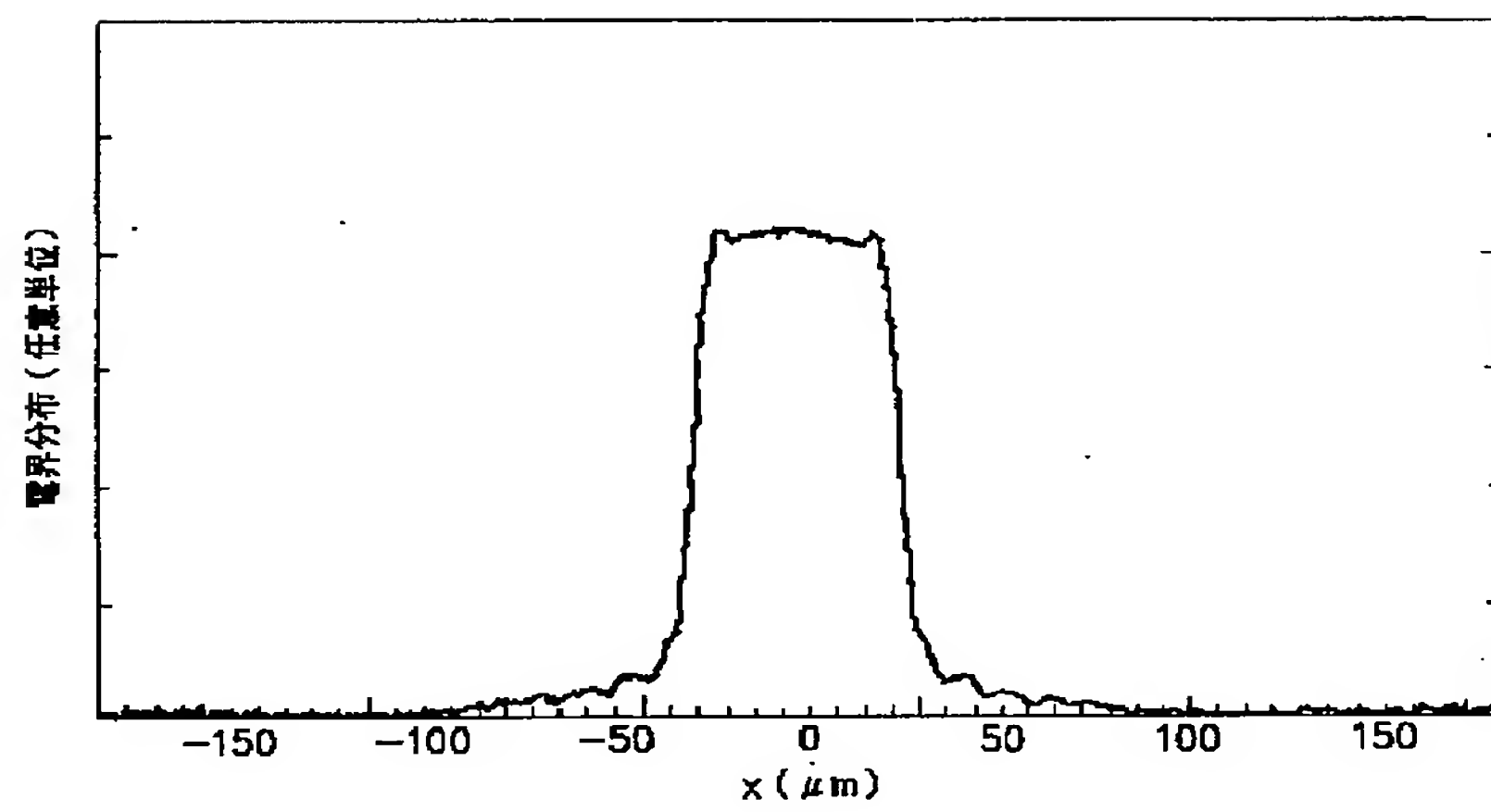
【図6】



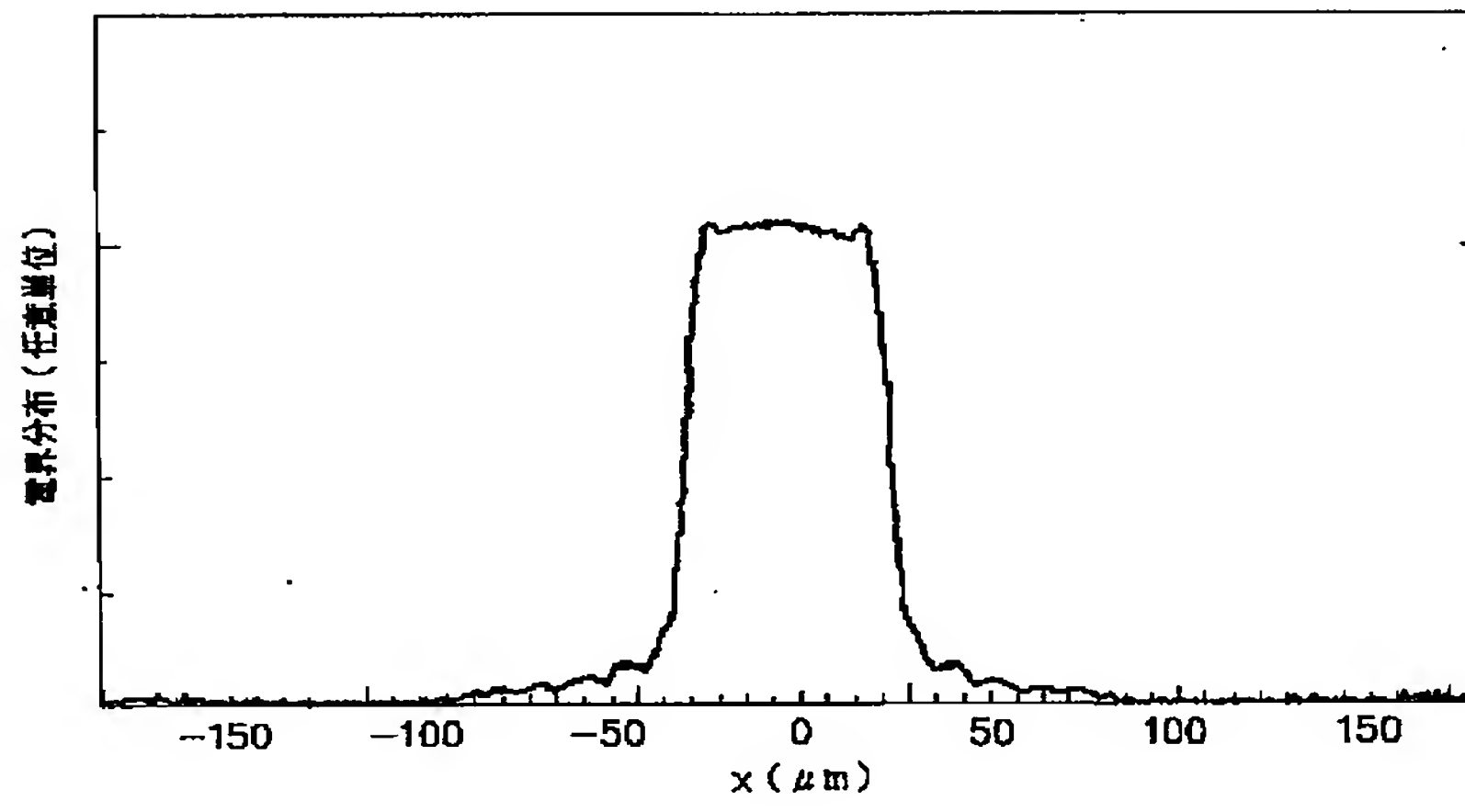
【図 7】



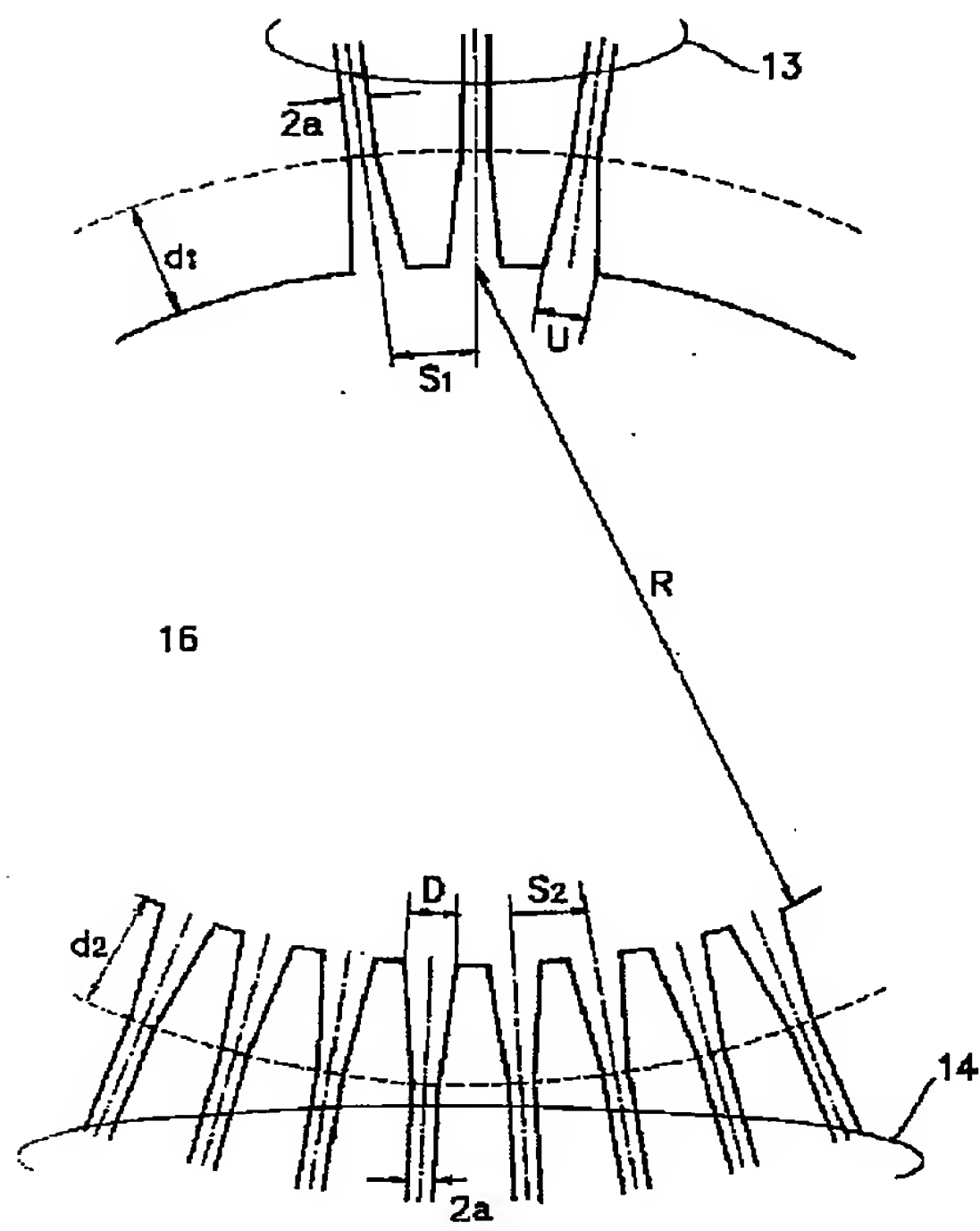
【図 8】



【図9】



【図10】



【図11】

